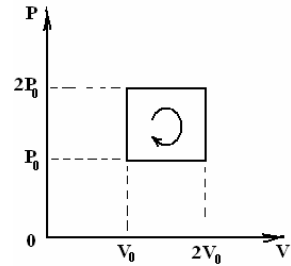
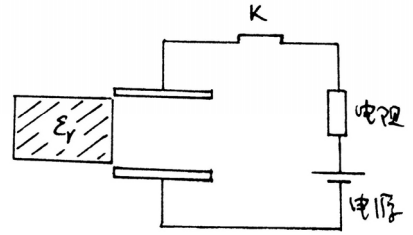


4. 将 0°C 时空气中氧分子热运动平均速率记为 v_0 , 则 27°C 时空气中氧分子热运动平均速率为_____ v_0 , 27°C 时空气中氢分子热运动平均速率为_____ v_0 。

5. 单原子分子理想气体热循环过程如右图所示, 其效率 $\eta =$ _____。工作于该循环过程所经历的最高温度热源与最低温度热源之间的可逆卡诺循环效率 $\eta_{\text{卡}} =$ _____。

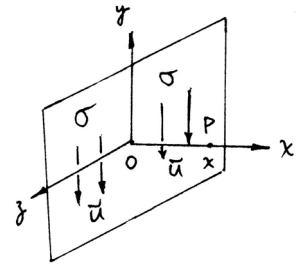


6. 右图中平行板空气电容器已被直流电源充电到稳定状态, 电容器储存的静电能记为 W_0 。(1) 不断开直流电源, 通过外力让相对介电常数为 ϵ_r 的介质块从图示位置缓慢地全部进入电容器内, 恰好填满两极板所夹空间, 该过程中外力做功量 $A_1 =$ _____ W_0 。



(2) 若通过图中电键 K 先将直流电源断开, 再通过外力让相对介电常数为 ϵ_r 的介质块从图示位置缓慢地全部进入电容器内, 该过程中外力做功量 $A_2 =$ _____ W_0 。

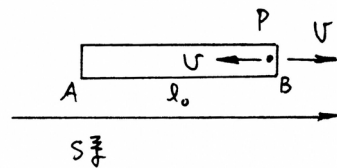
7. 如图所示, 无穷大均匀带电平面上的电荷面密度为 σ , 以平面上某点 O 为原点设置 O-xyz 坐标系, 其中 x 轴与带电平面垂直, x 轴上 P 点的坐标 $x > 0$ 。令平面上的电荷一致地沿着 y 轴负方向匀速运动, 速度大小为 u , 将 x、y 和 z 轴的方向矢量记为 \vec{i} 、 \vec{j} 和 \vec{k} , 那么 P 点电场强度 $\vec{E} =$ _____, P 点磁感应强度 $\vec{B} =$ _____。



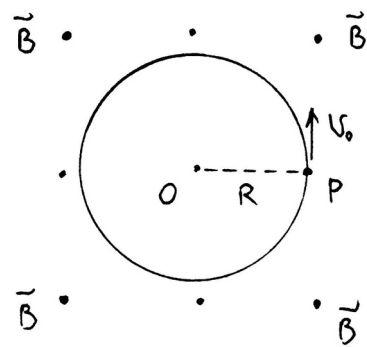
8. 记真空中的光速为 c , 则光波在折射率 $n = 1.50$ 的介质中传播的速度为_____ c , 光子在该介质中运动的速率为_____ c 。

9. 一肥皂膜的厚度为 $0.550\mu\text{m}$, 折射率为 1.35。白光 (波长范围为 $400\sim 700\text{nm}$) 垂直照射在该肥皂膜上, 则反射光中波长为_____的光干涉增强, 波长为_____的光干涉相消。

10. 如图所示, 静长 l_0 的空心管 AB 相对惯性系 S 以恒定的速度 v 沿着 AB 长度方向高速运动。管内有一微观粒子 P, 在 S 系的 $t = 0$ 时刻从 B 壁内侧朝着 A 壁高速运动, 相对 AB 管的速度大小也为 v , S 系测得 $t_1 =$ _____ 时刻 P 到达 A 壁。设 P 与 A 壁弹性碰撞, S 系又可测得 $t_2 =$ _____ 时刻 P 回到 B 壁。



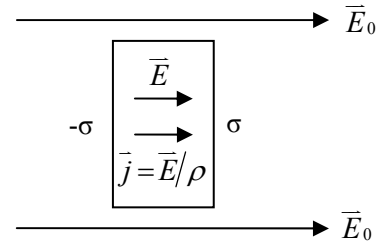
12. (15 分) 右图所在平面为某惯性系中无重力的空间平面, O 处固定着一个带负电的点电荷, 空间有垂直于图平面朝外的匀强磁场 \vec{B} 。荷质比为 γ 的带正电粒子 P, 恰好能以速度 v_0 沿着逆时针方向绕着 O 点作半径为 R 的匀速圆周运动。



- (1) 将 O 处负电荷电量记为 $-Q$, 试求 Q ;
- (2) 将磁场 \vec{B} 撤去, P 将绕 O 作椭圆运动, 设在图示位置的初速度也为 v_0 , 试求 P 在椭圆四个顶点处的速度大小。(本小问最后答案不可出现 Q 量。)

14. (15 分) 导体内存在电场时就会有传导电流, 电流密度 \vec{j} 与电场强度 \vec{E} 之间的关系为 $\vec{j} = \vec{E}/\rho$, 其中 ρ 为导体电阻率。取一块电阻率为常量 ρ 的长方形导体块, 静止放置, 开始时处处无净电荷。

(1) $t=0$ 开始, 沿导体块长度方向建立匀强电场 \vec{E}_0 , 导体内即产生传导电流, 左、右两端面便会积累电荷, 电荷面密度分别记为 $-\sigma$ 、 σ , 如右图所示。试求 σ 随 t 变化的关系和图示方向电流密度 j 随 t 变化的关系。



(2) 将 (1) 中的电场 \vec{E}_0 改取为沿导体长度方向的交变电场 $\vec{E}_0 \cos \omega t$, 其中 ω 为正的常量。

(2.1) 试求 $\sigma \sim t$ 和 $j \sim t$;

(2.2) 将 $t \Rightarrow \infty$ 时的 $j \sim t$ 表述成 $j = j_0 \cos(\omega t + \phi)$, 试求 j_0 和 $\tan \phi$ 。

[数学参考知识:

(a) 微分方程 $y'(x) + P(x)y(x) = Q(x)$

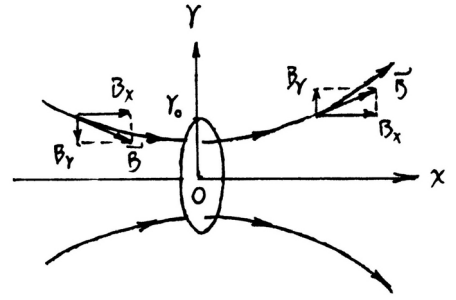
的通解为 $y(x) = e^{-\int P dx} \left(\int Q e^{\int P dx} dx + C \right)$

(b) 不定积分公式 $\int \cos Ax e^{Bx} dx = \frac{B}{A^2 + B^2} \left(\cos Ax + \frac{A}{B} \sin Ax \right) e^{Bx} + C$]

16. (20分, 非物理A组必做, 其他组不做)

在所讨论的空间范围内, 磁场 \vec{B} 相对 x 轴对称分布。引入正的常量 α 、 β 和 B_0 , 磁场 \vec{B} 的轴向分量 B_x 和径向分量 B_r 分别为

$$\left. \begin{aligned} B_x &= (1 - \alpha x)B_0, & B_r &= \beta r B_0, & : \frac{1}{\alpha} > x > 0 \\ B_x &= B_0, & B_r &= 0, & : x = 0 \\ B_x &= (1 + \alpha x)B_0, & B_r &= -\beta r B_0, & : 0 > x > -\frac{1}{\alpha} \end{aligned} \right\} B_0 = 10^{-2} \text{T}$$



质量 $m = 5.0 \times 10^{-2} \text{g}$ 、半径 $r_0 = 0.5 \text{cm}$ 、电感 $L = 1.3 \times 10^{-8} \text{H}$ 的均匀超导 (零电阻) 圆环, 开始时环内无电流, 如图放置, 环心位于 $x = 0$ 点, 过其中心并与环面垂直的轴沿 x 轴正向。设 $t = 0$ 时刻, 环具有沿 x 轴方向的平动速度 $v_0 = 50 \text{cm/s}$ 。

- (1) 已知 $\alpha = 16 \text{m}^{-1}$, 求 β ;
- (2) 定量确定在上述 α 取值情况下环沿 x 轴的运动的范围。

